

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

JPA 04-306499

(11)Publication number : 04-306499

(43)Date of publication of application : 29.10.1992

(51)Int.Cl.

F41G 7/22
F42B 15/01
G01S 3/782
G01S 3/786
H04N 7/18

(21)Application number : 03-345159

(71)Applicant : HUGHES AIRCRAFT CO

(22)Date of filing : 26.12.1991

(72)Inventor : ALVES JAMES A
BURMAN JERRY A
GOR VICTORIA
DANIELS MICHELE K
TACKETT WALTER W
REINHART CRAIG C
BERGER BRUCE A
BIRDSALL BRIAN J

(30)Priority

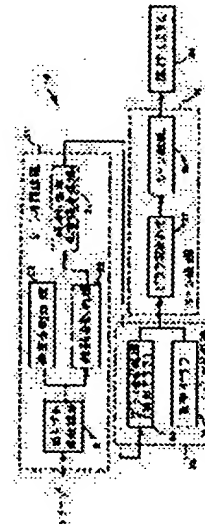
Priority number : 90 633833 Priority date : 26.12.1990 Priority country : US

(54) SYSTEM AND METHOD OF RECOGNIZING PATTERN

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a system and a method of recognizing patterns capable of precisely recognizing or sorting a target in a short time.

CONSTITUTION: A low level feature detection processor 11 extracts low level features from an image by converting a matrix of image data into a matrix of orthogonal icons. The orthogonal icons symbolically represent the image scene using a predetermined set of attributes. A high level graph matching processor 12 subjects the orthogonal icons to scene segmentation, description and recognition processing. The high level graph matching processor 12 compares reference attribute graphs with the sensed attribute graphs to produce a best common subgraph between the two graphs based on the degree of similarity therebetween, thereby recognizing a target based on the degree of similarity and a predetermined threshold. The output of the high level graph matching is supplied to a missile guidance system that tracks identified targets.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-306499

(43) 公開日 平成4年(1992)10月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 4 1 G 7/22		8804-2C		
F 4 2 B 15/01		9111-2C		
G 0 1 S 3/782	A	8113-5J		
3/786		8113-5J		
H 0 4 N 7/18	G	7033-5C		

審査請求 有 請求項の数10(全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-345159

(22) 出願日 平成3年(1991)12月26日

(31) 優先権主張番号 6 3 3 8 3 3

(32) 優先日 1990年12月26日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390039147

ヒューズ・エアクラフト・カンパニー
HUGHES AIRCRAFT COM
PANYアメリカ合衆国, カリフォルニア州
90045-0066, ロサンゼルス, ヒューズ・
テラス 7200

(72) 発明者 ジェームス・エー・アルプス

アメリカ合衆国, カリフォルニア州
91302, カラバサス, ダブリュ・ブラボ
ー・レーン 26305

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

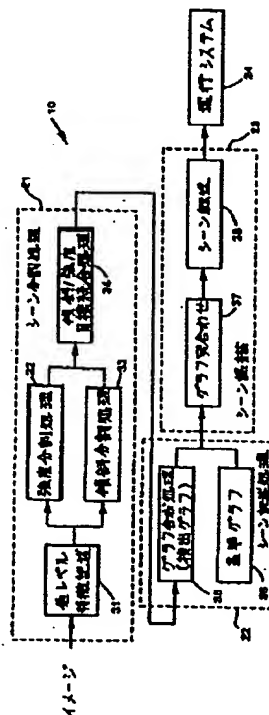
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シーン認識システム及び方法

(57) 【要約】

【目的】 目標を短時間に精密に確認または分類することができるシーン認識システム及び方法を提供することである。

【構成】 ローレベル特徴検出プロセッサ11は、マトリク状の画像データをマトリクス状の直交アイコンに変換することにより、画像からローレベル特徴を抽出する。この直交アイコンは所定の属性の集合を用いて画像シーンを象徴的に表す。ハイレベルグラフ突合せプロセッサ12は、この直交アイコンに対し、シーン分割処理、記述処理、認識処理を施す。ハイレベルグラフ突合せプロセッサ12は属性基準グラフと属性検出グラフを比較し、2つのグラフの類似の程度に基づいて、2つのグラフの間の最も共通のサブグラフを生成し、類似の程度と所定のしきい値に従って目標を認識する。この突合せ処理の出力は識別された目標を追跡するためのミサイル運行システムに供給される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シーン内の標的を識別して追跡するためのローレベル特徴検出及びハイレベル特徴検出を用いて任意の標的にミサイルを誘導するミサイルガイダンスシステムを備えるシーン認識システムであって、撮像されたシーンから抽出され、撮像されたシーンを代表する画像データを処理し、所定の属性の集合を用いて前記イメージデータを前記イメージをシンボリックに表現する垂直アイコンのマトリクスに変換することにより、撮像されたシーンから特徴を抽出するローレベル特徴検出プロセスと、前記ローレベル特徴検出プロセスに接続され、前記アイコンを処理してシーン中に存在する目標を形成し、前記目標と属性により記述されるそれらの関係から、各目標が記述的属性と共にグラフのノードに置かれ、対応する前記目標間の関係はノードをリンクする属性と共にグラフリンクに置かれ、イメージをシンボリックに代表し、完全接続された属性グラフはイメージをシンボリックに代表するところの属性検出グラフを生成するグラフ合成プロセスと、前記グラフ合成プロセスに接続され、イメージシーン内に存在すると期待される識別可能な目標の表現である所定の基準グラフを記憶する基準グラフ記憶手段と、前記グラフ合成プロセスに接続され所定の属性基準グラフと属性検出グラフを比較し、属性基準グラフと属性検出グラフの類似度に基づいて目標認識を行って照準点指示信号を出力し、この出力信号を指示された目標に向けてミサイルを誘導するガイダンス信号を出力するミサイル誘導システムに供給するグラフ突き合わせプロセス、を具備することを特徴とするシーン認識システム。

【請求項2】 視野内の標的を特定してトラッキングするためのローレベル及びハイレベル特徴検出器と任意の標的にミサイルを運行するミサイル誘導システムを備えるシーン認識システムであって、撮像されたシーンから抽出され、撮像されたシーンを代表する画像データを処理し、所定の属性の集合を用いて前記画像データを前記シーンをシンボリックに表現する垂直アイコンのマトリクスに変換して、撮像されたシーンから特徴を抽出するローレベル特徴検出プロセス手段と、前記ローレベル特徴検出プロセス手段に接続され、前記垂直アイコンを処理し、画像シーンに存在する目標を代表する表現を生成し、前記目標と属性により現される目標間の関係に基づいて属性検出グラフを形成するために目標間の関連を計算し、各目標を記述的属性と共にグラフのノードに置き、対応する目的間の関係をノードを結ぶ属性と共にグラフリンクに置き、完成に接続されたものが画像をシンボリックに代表するところの属性検出グラフを生成するグラフ合成プロセス手段と、前記グラフ合成プロセス手段に接続され、画像を構成するデータに存在すると期待される識別可能な目標の所定の基準グラフを記憶する基準グラフ記憶手段と、前記グラフ合成プロセ

2

ッサ手段に接続され、属性基準グラフと属性検出グラフを比較し、属性基準グラフと属性検出グラフの類似度と所定のしきい値に基づいて目標の認識を行い、指示された目標にミサイルを誘導するガイダンス信号を出力するミサイルガイダンスシステムに供給される標的指定信号を出力するグラフ突き合わせプロセッサ、を具備することを特徴とするシーン認識システム。

【請求項3】 前記ローレベル特徴検出処理手段に接続され、ブロック分離境界を有する領域の集合を生成するために均一の強度の領域を有する直交アイコンの集合を生成する平面リンクプロセス手段と、前記平面連結処理手段に接続され、特徴分離境界を生成するために強度勾配を有する隣接直交アイコンを付加する領域成長処理手段をさらに備え、前記領域は均一強度の構成アイコンの数で示される面積と均一強度アイコンのリストにより記述され、この強度は構成アイコンの平均強度である、ことを特徴とする請求項2記載のシーン認識システム。

【請求項4】 前記ローレベル特徴検出処理手段はさらに、境界形成及び線形特徴抽出処理手段を備え、前記境界形成及び線形特徴抽出処理手段は前記領域成長処理手段に接続され、(1) 各領域を囲む勾配チェーンを形成するために各領域の勾配境界を検討し、(2) 各リニアセグメントの始点と終点にある前記チェーンに挿入されたポイントを用いてリニアセグメント用の各領域の勾配チェーンを分析し、(3) リニアセグメントを形成するために2以上の領域に関連するセグメントの結合のためのリニアセグメントを分析し、平面リンク処理手段と領域成長処理手段により規定される各領域の境界と、長さ・方向・終点座標により示されるリニアセグメントを生成することを特徴とする請求項3記載のシーン認識システム。

【請求項5】 前記ローレベル特徴検出処理手段はさらに目標形成処理手段を備え、前記目標形成処理手段は前記境界形成及び線形特徴抽出処理手段に接続され、前記境界形成及び線形特徴抽出処理手段により提供される線形特徴からリボン目標を生成し、属性検出グラフのノードを定義する領域目標を生成するために、平面連結及び領域成長処理手段により提供された領域の属性からなるシンボリックな説明を生成することにより、これらの目標のシンボリックな説明を生成し、前記目標形成処理手段は領域目標のために、面積と周囲長と凸状外形属性を求め、リボン目標のために、前記目標形成処理手段は次の条件を満たすラインの対を見付けるためにラインテーブルをサーチし、(1) 方向が180度異なる、(2) 互いに接近している、(3) 類似の強度の部分が側面に位置する、(4) いずれかのラインに平行である他のラインを含まない、そして、これらの条件に合致するライン対が検出された時、それらのリボン属性を計算し、前記リボン目標の属性は以下のものを含む(1) リボンの強度、(2) 暗の中の明なのかその逆なのかを示すリボ

ンの極性、(3) 2つのラインの間隔に相当するリボンの幅、(4) リボンの方向、ことを特徴とする請求項4記載の画像認識システム。

【請求項6】 視野内の標的を特定してトラッキングするためのローレベル特徴検出器及びハイレベル特徴検出器と任意の標的にミサイルを誘導するミサイルガイダンスシステムを備える画像認識システムであって、イメージされたシーンから抽出され、イメージされたシーンを代表するイメージデータ処理し、所定の属性の集合を用いて前記イメージデータを前記イメージをシンボリックに表現する垂直アイコンのマトリクスに変換することによって、イメージされたシーンからローレベル特徴を抽出するローレベル特徴検出プロセッサ手段と、前記直交アイコンを処理する前記ローレベル特徴検出プロセッサ手段に接続され、領域目標及びリボン目標とそれらの関係から属性抽出グラフを形成するために、目標形成処理手段により提供された領域目標及びリボン目標の間の関係を求め、領域目標とリボン目標をグラフのノードに記述的属性と共に置き、各目標を1つのノードに置き、対応する前記目標間の関係を属性と共にグラフリンクに置き、イメージをシンボリックに表現する属性グラフを生成するグラフ合成プロセッサと、前記グラフ合成プロセッサに接続され、イメージシーン内に存在すると期待される識別可能な目標の所定の基準グラフを記憶する基準グラフ記憶手段と、前記グラフ合成プロセッサに接続され、所定の属性基準グラフと属性抽出グラフを比較し、2つのグラフの類似度に基づいて2つのグラフ間の最も共通のサブグラフを生成し、類似の程度と所定のしきい値に基づいて目標を認識し、指示された目標にミサイルを誘導するためのガイダンス信号を出力するミサイルガイダンスシステムに標的決定信号を出力するグラフ突き合わせプロセッサ、を具備することを特徴とする画像認識システム。

【請求項7】 視野内の標的を識別して追跡するためのローレベル及びハイレベル特徴検出器と任意の標的にミサイルを運行するミサイル誘導システムを備えるシーン認識システムであって、イメージされたシーンから抽出され、イメージされたシーンを代表するイメージデータを処理し、所定の属性の集合を用いて前記イメージデータを前記イメージをシンボリックに表現する垂直アイコンのマトリクスに変換し、イメージされたシーンから特徴を抽出するローレベル特徴検出プロセッサ手段と、前記ローレベル特徴検出処理手段に接続され、均一強度のアイコンから構成されかつブロック分離境界を有する領域の集合を生成するために、緩和法に基づいたアルゴリズムにより均一の強度を有する直交アイコンのグループの集合を生成し、それらの領域は均一の強度のアイコンの数で示される面積とアイコンのリストから構成され、この強度は直交アイコンの平均強度である平面連結プロセス手段と、前記平面連結処理手段に接続され、

特徴分離境界を生成するために、強度勾配を有する隣接直交アイコンを付加する領域成長処理手段と、前記領域成長処理手段に接続され、(1) 各領域を囲む勾配チェーンを形成するために各領域の勾配境界を検討し、

(2) 各リニアセグメントの始点と終点にある前記チェーンに挿入されたポイントを用いてリニアセグメントのために各領域の勾配チェーンを分析し、(3) リニアセグメントを形成するために2以上の領域に関連するセグメントの結合のためのリニアセグメントを分析し、平面連結処理手段と領域成長処理手段により規定される各領域の境界説明と、長さ・方向・終点座標により示されるリニアセグメントを生成する境界形成及び特徴抽出処理手段と、前記境界生成及びリニア特徴抽出処理手段に接続され、前記勾配境界及びリニア特徴抽出処理手段により生成されるリニア特徴からリボン対象を生成し、属性抽出グラフのノードを定義する領域目的を生成するために、平面連結及び領域成長処理手段により提供された領域の属性から構成されたシンボリックな説明を生成することにより、これらの目標のシンボリックな説明を生成する目標形成処理手段と、前記ローレベル特徴検出プロセッサ手段に接続され、領域目標及びリボン目標とそれらの関係からイメージをシンボリックに代表する属性抽出グラフを生成するために、目標形成処理手段により提供される領域目標とリボン目標の間の関係を求め、領域目標とリボン目標を記述的属性と共にグラフのノードに置き、対応する目標間の関係をノードを結ぶ属性と共にグラフリンクに置くグラフ合成プロセッサ手段と、前記グラフ合成プロセッサ手段に接続され、イメージを構成するデータ内に存在すると期待される識別可能な目標の基準グラフを記憶する基準グラフ記憶手段と、前記グラフ合成プロセッサ手段に接続され、所定の属性基準グラフと属性抽出グラフを比較し、2つのグラフの間の類似度に基づいて2つのグラフ間の最も共通のサブグラフを生成し、属性基準グラフと属性抽出グラフの類似度と所定のしきい値に基づいて目標認識を行う、グラフマッチング手段、を備え、前記目標形成処理手段は、前記領域目標のために、面積と周囲長と凸状外形属性を求め、リボン目標のために、次の条件を満足するライン対を検出するためにラインテーブルをサーチし、(1) 方向が180度異なる、(2) 互いに接近している、(3) 類似の領域が側部に存在する、(4) いずれかのラインに平行である他のラインを含まない、そして、これらの条件に合致するライン対が検出された時、前記リボン目標の以下の属性を含むリボン属性を求め(1) リボンの強度、(2) 暗の中の明かその逆かを示すリボンの極性、(3) 2つのラインの間隔に相当するリボンの幅、(4) リボンの方向、前記グラフマッチング手段は属性基準グラフと属性抽出グラフのノードとアーク間の適切なマッチングを評価するために発見的学習法に方向付けられた深さを中心にしたサーチ技術を用い、前記適合性

はグラフ間のノードと弧の属性の間の突き合わせの程度により決定され、前記発見的学習法は前記所定のしきい値よりも大きな類似の程度を生成する可能性がないパスのツリー、一方のグラフにおける1つの目標を他方のグラフにおける複数の目標にマッチングさせる不明瞭な解に導くパスのツリー、元のシーンに現れる目標間の空間的關係を満足しないパスのツリーを無視することを特徴とするシーン認識システム。

【請求項8】 視野内の標的を追跡するためのミサイルガイダンスシステムに使用される方法であって、イメージシーンから抽出され、イメージされたシーンを代表するイメージデータを処理し、所定の属性の集合を用いて前記イメージデータを前記イメージをシンボリックに表現する垂直アイコンのマトリクスに変換し、イメージされたシーンからローレベルの特徴を抽出するイメージデータ処理工程と、前記垂直アイコンを処理して、直交アイコンとそれらの関係からなる領域目標及びリボン目標から属性センサグラフを形成する工程であって、領域目標及びリボン目標は記述的属性と共にグラフのノードに置かれ、1つの目標が1つのノードにおかれ、対応する目標間の関係はそれらの属性と共にグラフリンクに置かれ、完全に接続された属性グラフはイメージをシンボリックに代表する工程と、イメージシーンを構成するデータに存在すると期待される目標の基準グラフを記憶する工程と、所定の属性基準グラフと属性センサグラフを比較し、目標の認識を行い、標的特定信号を指示された目標にミサイルを誘導するガイダンス信号を出力するミサイルガイダンスシステムに供給する工程、を具備することを特徴とする方法。

【請求項9】 前記イメージデータ処理工程は、緩和法に基づいたアルゴリズムを用いてほぼ均一強度の領域を有する直交アイコンのグループを形成して、ブロック分離境界を有する領域の集合を生成する工程と、特徴分離境界を生成するために、強度勾配を有する隣接直交アイコンを付加する工程、を具備し、前記領域は均一の強度を有する直交アイコンの数で示される面積とアイコンのリストから構成され、この強度は均一強度アイコンの平均強度であることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】 所定のグラフ形式で所定の目標の表現を保存する工程と、画像データを処理し、イメージシーンに含まれる画像的特徴を表すアイコンを生成する工程と、イメージシーン内の目標を形成するためにアイコンを処理する工程と、目標をイメージシーン内の目標の表現に合成する工程と、イメージシーン内の合成された目標の表現と所定の目標の保存された表現を比較し、両者の間に対応が存在するか否かを決定する工程と、合成された目標の表現と保存された表現の間の突き合わせ結果を示す信号を生成し、イメージシーン内の所定の目標の識別を示す信号を出力する工程、を具備することを特徴とするイメージシーン内の所定の目標を識別する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はシーン（光景）認識システム及び方法に関し、特に、低レベルと高レベルの特徴検出を使用して、標的を確認して追跡するシーン認識システム及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 現代のミサイルに採用されているシーン（光景、状況）認識システム及び方法は専用の信号処理アーキテクチャとアルゴリズムを使用して、ミサイルの視界内にある建造物、トラック、戦車、船舶等の目標物の状況を迅速かつ適確に検出できるように設計されている。従って、目標物を短時間に精密に確認または分類することができるより精巧な設計が要求されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように、現代のミサイルに採用されているシーン認識システム及び方法においては、目標物をより短時間により精密に確認または分類することができる設計が要求されている。また、この要求は他の画像認識システム及び方法においても同様である。

【0004】 この発明の目的は上記実情に鑑みてなされたもので、目標物をより短時間により精密に確認または分類することができるシーン認識システム及び方法を提供することである。

【0005】 また、この発明の他の目的は、目標物をより短時間により精密に確認または分類することができるミサイル誘導システム用の認識システム及び方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段と作用】 上記目的を達成するために、この発明のシーン認識システム及び方法は、ミサイルの誘導追跡システムと共に使用され、低レベル特徴検出と高レベル特徴検出を使用して、目標物を確認し追跡する。

【0007】 このシステムは赤外線センサ、ミリ波レーダまたは合成開口レーダ、潜水艦探知機等の従来のイメージセンサを使用して、シーン、即ち、画像を得る。センサの出力（即ち、画像）は、低レベル特徴検出プロセッサにより処理され、低レベルの特徴が画像から抽出される。これはセンサの出力データ（画像データ）のマトリクスを直交アイコンのマトリクスに変換することにより達成される。この直交アイコンのマトリクスは所定の属性の集合を使用して画像をシンボリックに（象徴的に）表示する。

【0008】 直交アイコンは、高レベルグラフ突合せプロセッサにより処理される。この高レベルグラフ突合せプロセッサは、低レベル特徴検出処理に続き、シンボリックな画像分割（セグメンテーション）処理、記述処理、認識処理を行う。この処理は、撮像された画像中の

標的を表す属性グラフ（属性検出（又はセンサ）グラフ）を生成する。前記高レベルグラフ突合せプロセッサは、所定の属性基準グラフを生成された属性グラフと突合せ、その2つのグラフ間の類似の程度に基づいて最も共通のサブグラフを生成する。さらに、高レベルグラフ突合せプロセッサは、類似の程度と所定のしきい値に基づいて認識を行う。高レベルグラフ突合せプロセッサの出力データにより、照準点が決定される。この照準点は、確認された標的を追跡するミサイルガイダンス（誘導）システムに供給される。

【0009】

【実施例】以下、図面を参照して、本願発明の実施例を説明する。

【0010】図1は、高レベルと低レベルの特徴検出を使用して標的を確認して追跡するシーン（光景）認識システムのブロック図であり、この発明の主要部に相当するものである。このシステムは低レベル特徴検出器11を含み、低レベル特徴検出器11は例えば赤外線センサ、テレビセンサ、レーダからなるイメージセンサ9から得られた画像データを受信する。低レベル特徴検出器11は高レベルグラフ突合せプロセッサ12に接続され、高レベルグラフ突合せプロセッサ12は低レベル特徴検出器11により生成されたシーン（画像）に含まれた特徴を示すアイコン（視覚的要素）を処理する。ミサイル運行システム24は照準点の情報を生成して、これを用いて、ミサイルを所望の標的に向けて操縦する。

【0011】高レベルグラフ突合せプロセッサ12は、直列接続されたグラフシンセサイザ13、グラフ突合せ部14、照準点評価部15を備える。基準（参照）グラフメモリ16はグラフ突合せプロセッサ12に接続されており、画像シーン中に存在すると予期される標的（目標物）を表現する所定の基準グラフを格納する。基準グラフは戦車、建造物、境界標、水中物体等を示すグラフからなる。

【0012】低レベル特徴検出器11については、平成2年4月25日付けで米国特許商標庁に出願された特許出願514,779の“改良されたデータ伸張システムと方法”に詳細に記述されている。参考のため、この米国出願の内容をこの明細書中に取込むものとする。

【0013】低レベル特徴検出器11はイメージセンサ9からのデータ（画像データ）のマトリックスを直交アイコンのマトリックスに変換する。この直交アイコンのマトリックスは、属性の集合を使用して画像シーンをシンボリックに表示する。これらの点については、図3乃至図12を参照してより詳細に後述する。

【0014】図1に示されるシーン認識システムにより実行される処理は、画像情報を抽象的でより圧縮された形式に漸進的に変換する一連の変換処理を使用する。第1の変換は低レベル特徴検出器11により実行され、各画素位置における強度を示す数のアレーで示されるセン

サ画像を変換して、画像データの10×10ピクセルからなるブロックの基本的な強度分布を示す属性を有したアイコンのコンパクトなアレーとする。

【0015】第2の変換は、高レベルグラフ突合せプロセッサ12により実行され、アイコンのアレーを均一（ほぼ均一を含む）な強度を有する別々の領域に関連付け、領域間の線形の境界を識別する。領域が細長く両側がほぼ平行になっている場合には、その領域はリボンとみなされる。この変換により、形成された目標、目標自体の種々の属性、目標間の関係のリストが生成される。この情報は、属性グラフの形式にエンコードされる。

【0016】グラフ突合せ部14は、センサ画像から得られたグラフの構造を、たとえば、以前に得られて格納されていたグラフまたは偵察情報から得られたグラフと比較する。相関性の大きいものが見付かると、基準グラフにより記述されたシーンとセンサにより撮像されたシーンが同一であると見なされる。突合せ後、照準点評価部15は基準グラフにおいて演繹的に与えられる照準点を検出グラフに関連付け、この情報はミサイル運行システム24に供給される。

【0017】典型的なグラフ応用技術において、2つのグラフを関係づける場合の一般的な問題はN-Pコンプリート問題である。N-Pコンプリート問題においては、ノードの数が増加するにつれて、グラフを突合せするために必要とされるサーチの回数（すなわち比較回数）が指数関数的に増加する。この発明は、検出グラフと基準グラフを特有な属性を用いてオーバーロードすることにより、サーチ空間を大幅に縮小して迅速なリアルタイムサーチを達成し、この問題を解決する。

【0018】図2は図1のシステムの詳細な機能ブロック図である。シーン分割処理（セグメンテーション処理）21は、低レベル特徴等級化処理31、強度分割処理（強度に基づいた分割処理）32、傾斜分割処理（傾斜に基づいた分割処理）33、傾斜/強度目標統合処理34を含み、低レベル特徴検出器11（図1）により実行される。

【0019】シーン分割処理21の出力信号は、検出された画像中の目標のグラフを発生するグラフ合成処理35を含むシーン記述処理22に入力される。乗り物、建造物、境界標、水中物体等を表像（代表）する基準グラフ36が予めメモリなどに格納されている。この基準グラフは、偵察飛行等により得られたビデオデータから得られた標的（目標物）などを処理して得られ、最終的に、標的を識別し選択するための比較用データとして使用される。

【0020】シーン認識処理部23はグラフ合成処理35により合成されたグラフと基準グラフ36を使用して、グラフ突合せ処理37とシーン変換処理38により照準点の評価を行ない、この結果を運行システム24に出力する。

【0021】図3a-3c, 4a-4cは低レベルの特徴を識別するために実行される処理を示す。この処理は検出データ(イメージデータ)のマトリックスを、属性の集合によりシンボリックに検出画像を表現する直交アイコンのマトリックスに変換する。直交アイコンは図2に示されるシンボリックなシーン分割処理、記述処理、認識処理を実行するための基本となる。図3aは壁42, 43と屋根44, 45を有する家屋41の像を示しており、太陽の方向に関係して異なる陰影がつけられている。家屋41の各表面は図3aに示されるように異なるテクスチャ(陰影)により確認される。家屋41の画像はデータの各ピクセルに関連する異なる強度を示す数のアレーである。

【0022】家屋41を表わす画像データは、図3bに描写されるような10×10画素からなるブロックウィンドウ46により処理される。ブロックウィンドウ46は図3cに示されたピクセルデータを発生する。図3cのピクセルデータは、低レベル特徴検出器11中で生成される。このピクセルデータは直交アイコンを含む。図3cの各ピクセルは図3bに示される陰影にしたがって陰影が付けられている。図3cに示されるデータのブロックまたはセルは、低レベル特徴検出器11で生成される。

【0023】図4aにおいてはラインが図3cの陰影が付けられたピクセルデータから形成され、図4bにおいては領域が図3cの陰影が付けられたピクセルデータから形成される。ラインは図2のシーン分割処理21において、傾斜分割処理(傾斜に基づいた分割処理)33により生成され、領域は図2のシーン分割処理21の強度分割処理(強度に基づいた分割処理)32により生成される。領域は平面リンクと傾斜リンクを使用して形成され、領域の形状が求められる。ラインと領域に関する情報は図2に示される傾斜/強度目標統合処理34とグラフ合成処理35により領域とリボンとを形成するために処理され、グラフが図4cに示されるように合成される。このグラフは図3aの家屋41のグラフ的表現(グラフ表示)である。図4cに示される照準点が図2の基準グラフ36を構成する情報から得られる。

【0024】平面リンク処理と領域成長処理は図2のシーン分割処理21の一部である。この平面リンク処理と領域成長処理は、2つの部分処理からなる。平面リンク処理は、緩和法に基づいたアルゴリズムを使用して、FLAT(平面或いは平坦)型の低レベル特徴識別直交アイコン(強度むらのないアイコン)を同質の強度の平面領域に分類する。この結果、FLATアイコンからなる領域の集合が得られ、それらは面積(要素たるFLATアイコンの数)、強度(要素たるFLATアイコンの平均強度)、要素たるFLATアイコンのリストにより記述される(描かれる)。より詳細には、同質の強度の領域を有する直交アイコンのグループが形成され、ブロッ

ク分離境界を有する領域の集合が生成される。直交アイコンのグループは同質強度のアイコンからなり、要素たる同質強度のアイコンの数を含む面積と、要素たる同質強度のアイコンの平均強度と、要素たる同質強度のアイコンのリストにより記述される。領域成長処理は、強度傾斜を有しており、特徴分離境界を生成する直交アイコンを付加する。

【0025】領域成長処理は傾斜型(FLATではない)情報の直交アイコンを成長平面領域に付加し、これにより、平面リンク処理により生成される10×10ブロック決定境界に対照したものとして特徴決定境界を生成する。この処理に使用される方法は次の通りである。

(1) 平面リンク処理により生成された平面領域から開始する。その領域は単にFLATアイコンから成り、成長を停止するための側面の傾斜アイコンまで成長する。

(2) 傾斜アイコンが領域の側面にあると考える。各傾斜アイコンは2-強度モデルにより記述される。各傾斜アイコンの2つの強度のうちの1つは平面領域の強度に近い。この強度が平面領域の強度に近い場合、その強度で覆われた傾斜アイコンの部分を含むように、領域境界が延びる。(3) 上記動作を全ての平面領域について繰り返す。平面リンク処理は全てのFLATアイコンに単一の領域番号を付す。領域成長処理は傾斜アイコンに複数の領域番号を付す。EDGE(端部)型とCORNER(角)型の傾斜アイコンには2つの領域番号が付される。RIBBON(リボン)型の傾斜アイコンには3つの領域番号が付される。SPOT(点)型の傾斜アイコンは考慮されない。この処理により、FLATアイコンからなる均一強度の領域の集合と部分傾斜アイコンが得られる。この点に関する詳細は、上述の特許出願"Improved DataDecompression System andMethod"を参照されたい。

【0026】図5aと5bは図2に示されるシーン分割処理21により実行される平面リンク処理と領域成長処理の結果を示している。この処理は、図2に示される強度分割処理32と傾斜分割処理33と傾斜/強度目標統合処理34によってなされる。図5aと5bにおいて、単一の陰影を含む直交アイコンはFLATアイコン50, 51を示す。一方、2つの陰影を(対角線に沿って)含む直交アイコンはEDGE型アイコン52を示す。領域はFLATアイコンと傾斜(FLATではない)アイコンから構成される。他の傾斜アイコンと同様にEDGEアイコン52は複数の領域に属す。即ち、それらには複数の領域番号が割り付けられる。

【0027】図5aと5bにおいては、各EDGEアイコン52には、2つの領域番号「1」と「2」が割り付けられる。これにより、ローレベル特徴検出処理により検出された傾斜に関する特徴に対して正確な境界が得られる。

【0028】境界形成処理と線形特徴抽出処理は、図2

のシーン分割処理部により実行される。この処理は3つの部分処理から成る。各領域60-63(図6a)の傾斜境界は、各々の領域の回りを傾斜のチェーンを形成するように検討される。各領域の傾斜チェーンは線形セグメント64-68(図6b)を生成するように解析され、各線形セグメント64-68の開始と終了においてそのチェーンに書き込まれたポイントを有する。線形セグメント64-68は、線形セグメントを構成する2以上の領域に関連する隣接セグメントの生成のために解析される。これらの処理の結果は、平面リンクと領域増加処理により系統立てられる各領域60-63の境界の記述と、長さ、方向、終点座標により表される線形セグメント70-73(図6c)を含む。

【0029】図6a-6cは図2のシーン分割処理21により実行される境界形成処理と線形特徴抽出処理の結果を示す。図6aは平面リンクと領域成長処理により得られる領域60-63を示す。図6bは境界形成処理により得られた各領域60-63の境界を示す。図6cは線形特徴抽出処理により得られる線形セグメント70-73を示す。

【0030】目標形成処理は2つの部分処理からなる。第1の処理は、傾斜境界処理と線形特徴抽出処理から得られる、線形特徴からリボン目標75を形成し、これらの目標のシンボリックな描写を形成する。第2の処理は、平面リンクと領域成長処理により得られる領域を象徴的、即ち、シンボリックに記述し、領域目標76-78(図9a、図9b)を生成する。リボン目標と領域目標は、属性検出グラフ(属性が付された検出グラフ)のノードとなる。シンボリックな記述は属性として機能する。図7と図8は、それぞれ図9aと9bに示される領域目標とリボン目標75-78に対し、目標形成処理部において図2のシーンセグメンテーション処理21、特に図2のグラフ合成処理部35により実行され、計算された属性を示す。

【0031】図7は、領域目標の属性と、図示の方程式を使用した領域の境界と凸状の外殻に関する計算を示す。図8はリボン目標属性を示し、このリボン目標属性は図8aのリボン長、図8bのリボン強度、図8cの極性、図8dのリボンの方向を含む。図8bと図8cに示される矢印はリボンを構成するラインセグメントの方向を示す。

【0032】領域目標に関し、処理部は面積属性、周囲長属性、凸状外殻の属性を計算する。リボン目標に対し、処理部はラインテーブルを用いて、以下の条件を満足する一対のラインを検索する。(1)方向が180度異なる、(2)互いに極めて接近している、(3)同様な強度の領域の側面に位置する、(4)どちらのラインにも平行でない他のラインセグメントを囲まない。このような条件を満たすラインの一対が見つかったら、それらに関するリボン属性が計算される。リボン目標の属性は、

(1)リボンの強度、(2)リボンの極性(暗の中の明または明の中の暗の別)(3)リボンの幅(2つのラインの距離)(4)リボンの方向、を含む。

【0033】グラフ合成処理とそれに関連したグラフ言語は、目標形成処理により生成された領域目標とリボン目標75-78(図9a、図9b)の間の関係(即ち、関係記述)を求め、領域目標とリボン目標とそれらの関連に基づいて属性検出グラフ構造を公式化或いは規定する。すべての領域目標と領域目標、領域目標とリボン目標、リボン目標とリボン目標の間の関係が求められる。その関係は空間型(互いに近接していること)あるいは比較型(属性の比較)である。

【0034】グラフ、ノード、ノード間リンク、グラフ形成処理はよく知られた技術なのでここでは詳述しない。グラフ処理の当業者は、参照されるべき属性に関する知識とこの明細書に示されたグラフの説明に基づいてグラフを生成できる。

【0035】属性検出グラフの作成において、領域目標とリボン目標は、それらの属性と共に、グラフのノードにおかれる。1つのノードには1つの目標が置かれる。目標の各対の関係は、グラフの弧(リンク)にそれらの属性と共に置かれる。この手法により、十分連結され属性付けられたグラフが形成され、シンボリックに元の画像シーンを表現する。

【0036】図9a-9cは、グラフ合成処理35(図2)で、属性検出グラフ80を生成する工程を示す。グラフ80はノード81-84と、ノード属性と、弧(またはリンク)と、リンク属性、から成る。ノード81-84はシーン中の目標をシンボリックに表し、ノード属性は目標を説明(記述)し、弧(またはリンク)はシーン中の目標間の関連をシンボリックに表し(記述し)、リンク属性は目標間の関連を示す(記述する)。より詳細には、ノード1は領域1即ち目標76を表し、ノード2は領域2即ち目標77を表し、ノード3は領域3即ち目標78を表し、ノード4はリボン目標75を表す。リボン目標と領域目標75-78間の種々のリンクは、図面上、1リンク2、2リンク4、1リンク4、1リンク3、2リンク3、3リンク4として示される。これらのリンクは、領域1即ち目標76は上方にあり領域2即ち目標77に隣接しており、領域1即ち目標76は領域3即ち目標78の左にあり、領域2即ち目標77はリボン目標75の左隣にある等のパラメータを含む。

【0037】基準グラフの処理は、目標の形成や2つの異なるグラフを合成する処理と同一の処理によりなされる。基準グラフの処理は検出画像の取得とその後の分割処理、記述処理より先に実行される。また、基準グラフは、一般に、自律的なシーン分割処理から得られるものではなく、画像入力装置を用いてオペレータにより入力される。

【0038】図10aと10bは、基準シーン(参照画

像) 90と属性基準グラフ(属性が付された基準グラフ) 91をそれぞれ示す。図10aは、領域1と領域2、リボンと所望の照準点94を含む基準シーン90を示す。図10bに示された属性基準グラフ91は、図9cに示されたグラフと同様にノードとリンクからなる。ノードとリンクは図9cに関して説明したものと同一形式の関連性を有する。

【0039】グラフ突合せ処理37(図2)は、属性基準グラフと属性検出グラフを比較し、2つのグラフ間の類似の程度に基づいた最高の共通サブグラフ(即ち、コンフィデンスナンバー)を生成し、コンフィデンスナンバーと所定のしきい値に基づき認識処理を行なう。各グラフのノードと弧の属性との一致の程度により成否の可能性が決定される。予め決定されたいき値よりコンフィデンスナンバーを大きくできないパスを無視するように、発見的学習処理が採用される。不確かな解、すなわち一方のグラフ中の1つの目標を他方のグラフの複数の目標に突き合わせる解となるパスは無視される。最後に、目標が元のシーンに表れたような目標間の空間的な関連が保存されないパスは無視される。

【0040】図11は、図2のシーン認識処理23のグラフ突合せにより決定された最もよい共通サブグラフ92を示す。図9cに示されたグラフは図10bに示されたグラフと突合わされ、図11の共通サブグラフ92を発生する。この処理は従来の周知のグラフプロセス技術を用いて実行される。

【0041】図12aと12bは、それぞれ照準点94、95を有する基準シーン90と検出シーン93を示す。図12aと12bでは、基準グラフには示されていない目標を検出シーン(領域3)に見付ける可能性がある。しかし、この相違や、目標に付加物あるいは脱落があったり、目標の大きさや形状が相違したり、撮像の際の状態に起因する変化にかかわらず適切な照準点が指示される。基準シーン90の照準点94は、属性基準グラフに含まれ、所望の標的となる場所を示す。この照準点はミサイルが狙うべき場所である照準点として検出グラフに移される。この情報はミサイル運行システムへ供給され、ミサイルの運行に使用される。

【0042】以上、本願発明にかかる新規で改良された、高レベルと低レベルの特徴検出を使用して標的を確認し追跡するシーン認識システムと方法を説明したが、上述の具体例は、この発明の多くの具体化の一例にすぎない。この発明の範囲を逸脱しない範囲で、他の多くの

構成及び変形が可能である。

【0043】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、目標をより短時間により精密に確認または分類することができる設計が可能となり、これをミサイル誘導システムに使用すれば、より正確にミサイルを所望の目標に誘導することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例のブロック図であり、低レベルと高レベルの特徴検出を使用して標的を確認し追跡するシーン認識システムのブロック図。

【図2】図1のシステムの詳細な機能ブロック図。

【図3】低レベル特徴検出のために実行される処理を示す図であり、図3aは検出シーンを示しており、図3bにブロックウインドウ処理された検出シーンを示し、図3cはピクセルデータを示す。

【図4】低レベル特徴検出のために実行される処理を示す図であり、図4aはライン形成処理を、図4bは領域を、図4cは合成されたグラフを示す。

【図5】図2のシーン分割処理において実行される平面リンク処理と領域成長処理を示す。

【図6】図2のシーン分割処理において実行される境界形成処理と線形特徴抽出処理の結果を示す。

【図7】領域目標についての属性の説明と属性を求める方程式を示す図。

【図8】リボン目標についての属性を説明する図。

【図9】属性検出グラフを生成する過程を示す図。

【図10】基準シーンおよび属性基準グラフを示す図。

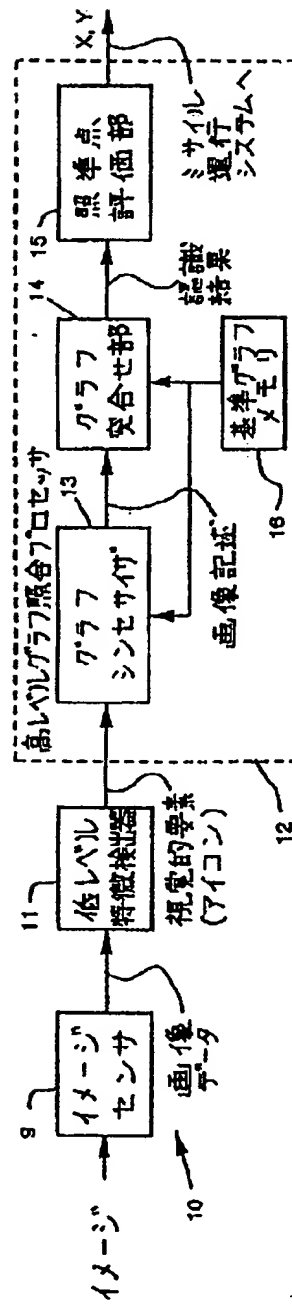
【図11】図2のシーン認識部のグラフ突合せ処理により決定された、最もよい共通サブグラフを示す図。

【図12】照準点を有する基準シーンと検出シーンを示す図。

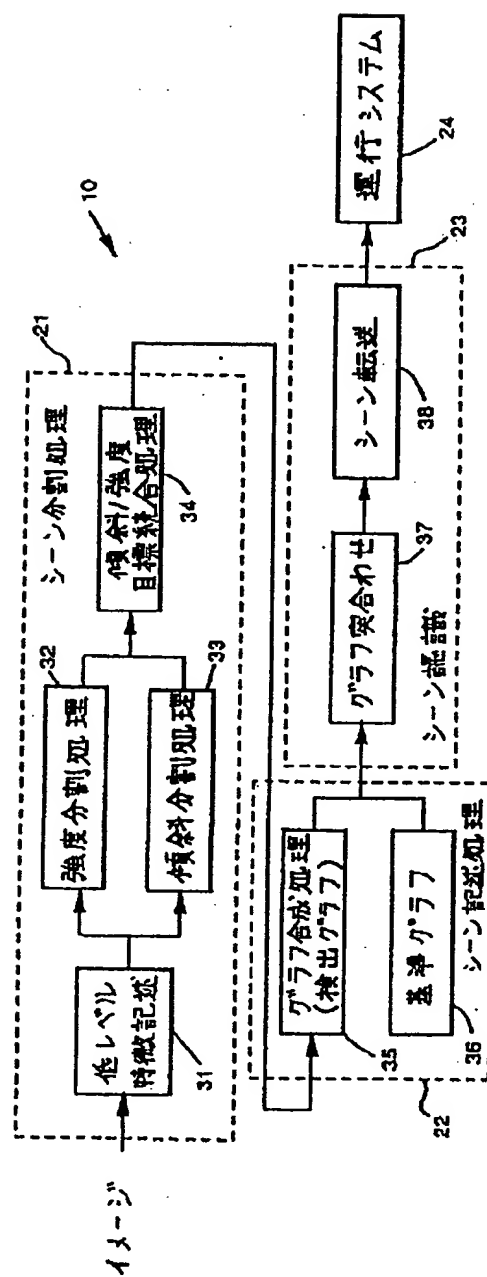
【符号の説明】

11…低レベル特徴検出器、12…高レベルグラフ突合せプロセッサ、13…グラフシンセサイザ、14…グラフ突合せ部、15…照準点評価部、16…基準グラフメモリ、21…シーン分割処理、22…シーン記述処理、23…シーン認識処理、24…ミサイル運行システム、31…低レベル特徴記述処理、32…強度分割処理、33…傾斜分割処理、34…傾斜/強度目標統合処理、35…グラフ合成処理、36…基準グラフ、37…グラフ突合せ処理部、38…シーン転送処理。

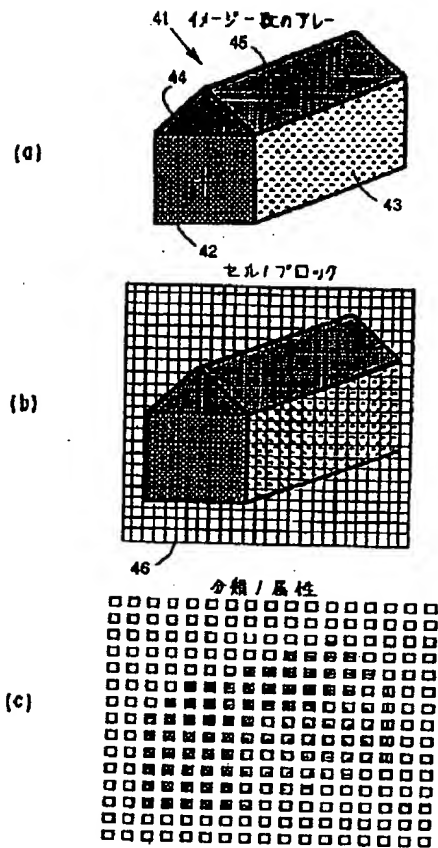
【図1】



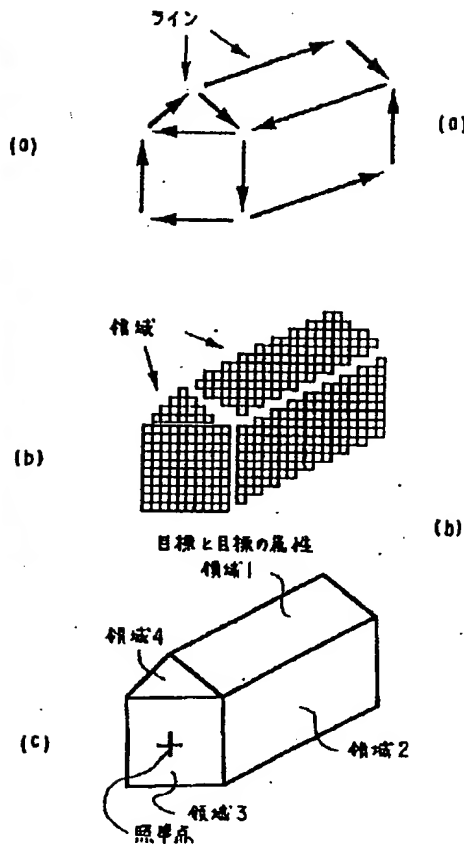
【図2】



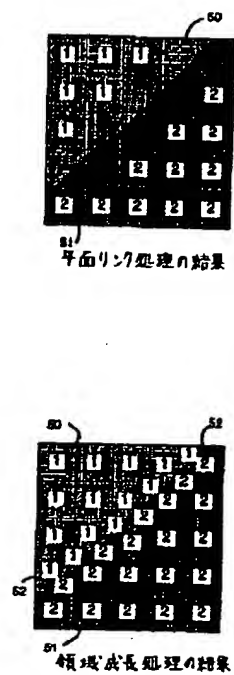
【図3】



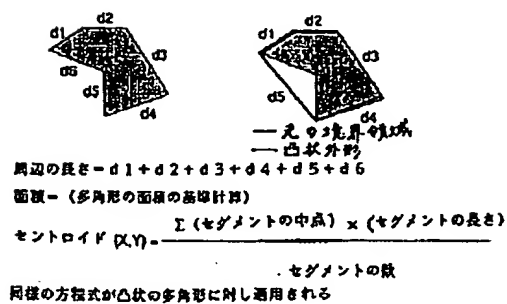
【図4】



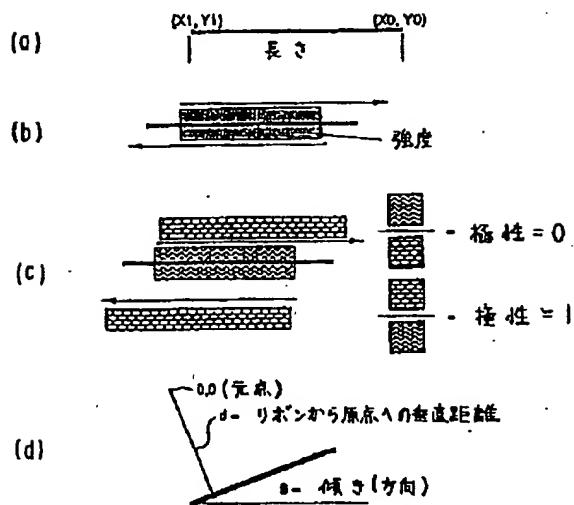
【図5】



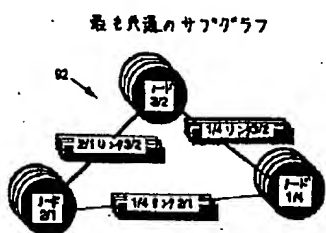
【図7】



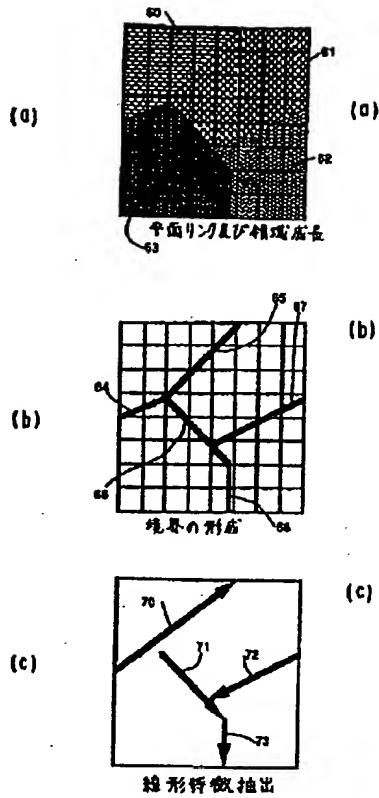
【図8】



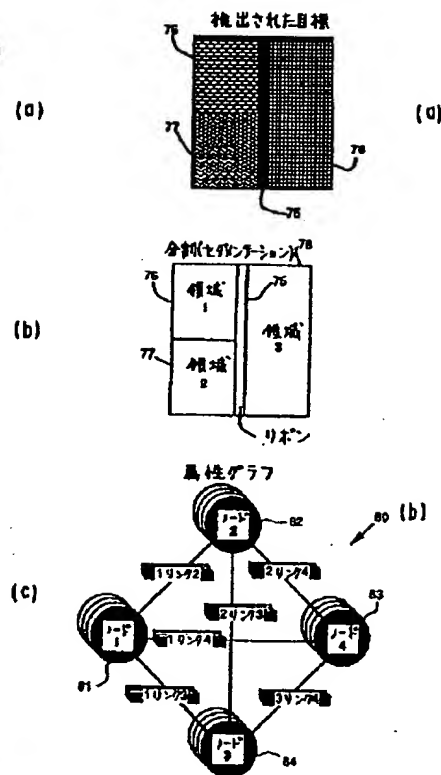
【図11】



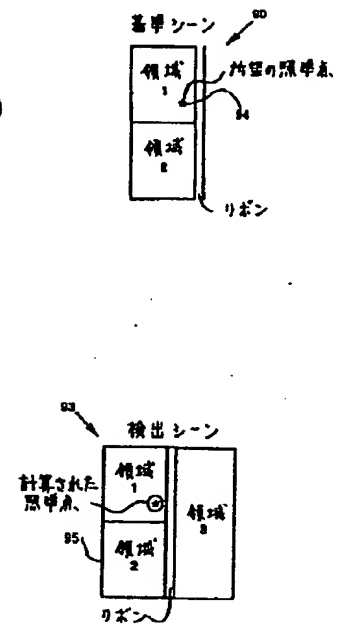
【図6】



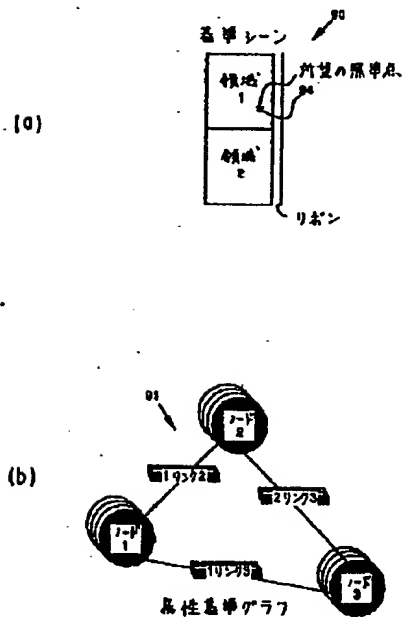
【図9】



【図12】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジェリー・エー・パーマン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
91361、ウエストレイク・ビレッジ、ラ・
ベнта・ドライブ 4114
- (72)発明者 ビクトリア・ゴア
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
91306、カノガ・パーク、アークウッド・
ストリート 19912
- (72)発明者 マイケル・ケー・ダニエルズ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
91324、ノースリッジ、ナンバー178、パナ
ルデン 9000

- (72)発明者 ウォルター・ダブリュ・タケット
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
91306、カノガ・パーク、ボーズ・ストリ
ート 20307
- (72)発明者 クレイグ・シー・ラインハート
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
93021、ムーアパーク、シルバー・クリー
ク 12967
- (72)発明者 ブルース・エー・パーガー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
93065、シミ・バレイ、ボディー・アベニ
ュー 1662
- (72)発明者 ブライアン・ジェイ・パーソール
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
91306、カノガ・パーク、サニー・ブレ・
アベニュー 6756